

옥상 텃밭용 채소를 이용한 인공지반 녹화연구

하유미¹⁾ · 김동엽¹⁾ · 구경희²⁾ · 황동규²⁾ · 박희령²⁾ · 윤성진²⁾

¹⁾ 성균관대학교 조경학과 · ²⁾ 성균관대학교 조경학과 대학원

Rooftop Vegetable Garden for Green Roof System

Ha, Yoo Mi¹⁾ · Kim, Dong-Yeob¹⁾ · Gu, Kyung Hee²⁾ · Hwang, Dong Kyu²⁾
Park, Hee Ryung²⁾ and Yun, Seong Jin²⁾

^{1), 2)} Department of Landscape Architecture, Sung Kyun Kwan University.

ABSTRACT

This study was carried out to investigate the effects of soil depth and planting density on the growth of lettuce, crown daisy, and strawberry on a rooftop condition using artificial soil as a growth media. The vegetable crops showed better growth for plant height (cm), plant width (cm), plant fresh weight (g), and Fo, Fm and Fv/m on 20cm depth soil than 10cm depth soil except strawberry. Planting density of 16/m² and 64/m² did not show significant differences on the growth of the crops. Soil moisture content and EC were low for 10cm depth soil in lettuce plots, whereas there was no significant differences on soil moisture and EC between two soil depth in strawberry plots. Hunter's L, a, and b values showed the leaf color of lettuce dark green on 20cm depth soil and reddish on 10cm depth soil. Results showed that soil depth suitable for crop growth on rooftop conditions was 20cm rather than 10cm. Growth response of the crops showed no significant difference between 16/m² and 64/m², indicating that planting density of 64 plants/m² could be practiced on rooftop conditions. Lettuce growth rapidly changed in control treatment in which leaves were not pinched out, while slowly changed in plants which leaves were periodically pinched out. In the case of control plot, it was impossible to harvest because withering of lower leaves after blossom on June 22. The plant of crown daisy in which pinching was not conducted, blossomed on June 7, and the plants were removed since its aesthetical

Corresponding author : Ha, Yoo Mi, Department of Landscape Architecture, Sung Kyun Kwan University, Suwon 440-746, Korea,
Tel : +82-31-290-7854, E-mail : haym4941@hanmail.net

Received : 3 December, 2010. **Revised** : 10 January, 2011. **Accepted** : 11 January, 2011

value was lost. Strawberry seemed to be a suitable vegetable crop for rooftop conditions based on its high covering rate and extended growth period until late October. The soil depth 20cm and planting density 64 plants/m² were suitable for vegetable crops on green roof system using artificial soil.

Key Words : *Soil depth, Planting density, Fo (minimal fluorescence), Fm (maximal fluorescence), Fv/n (maximum yield of photosystem II), lettuce, crown daisy, strawberry.*

I. 서 론

도시발전 과정에서 발생한 급격한 과밀화로 인하여 생태계 파괴는 물론 도시열섬현상 등으로 도시환경이 날로 악화되어 가고 있어, 그동안 방치되었던 옥상에 생명력을 불어넣어 생활권 녹지를 추진하고 있다. 이에 따라 많은 도시에서 녹지 창출방안으로 옥상녹화 네트워크를 시행하고 있는데, 유럽전역과 아시아 일부에서는 옥상녹화가 이미 정착되고 있으며 우리나라는 1980년대 중반부터 옥상녹화 기술, 자재개발, 식생층에 대한 연구가 상당부분 이뤄져 왔고(양병이, 2004; 이은희 등, 2005) 1990년대 이후부터 옥상녹화의 기법, 효용, 제도 등 다양한 연구들이 진행되고 있다. 옥상텃밭은 옥상공간을 수목식재보다는 텃밭과 같이 실용적으로 활용하는 유형으로 도시민들이 흙으로부터 멀어지고 농업과 육체노동으로부터 멀어지는 현시점에서 중요성이 부각되고 있다. 이는 각종사회복지시설 등과 연계하여 적극적으로 조성될 수 있다. 최근 서울, 부산 등 대도시를 중심으로 도심 내 녹지 확보의 일환으로 옥상정원 조성사업이 추진되고 있으나 이용성을 고려한 원예적 접근 노력이 부족하다. 국립원예특작과학원에서는 옥상정원의 이용성을 높이기 위한 다양한 텃밭모델과 이용방안에 대한 연구를 수행해 오고 있으며, 옥상텃밭용 재배 방법으로 토양 깊이는 25~40cm 정도이며, 식재 간격은 25~30cm 정도가 적당하다고 보고하고 있다(정명일 등, 2009; 2010a; 2010b). 그러나 이는 조경분야에서 지향하는 저토심·저관리형 옥상녹화 재배기술과는 다른 양상을 보여주고 있다. 옥상

녹화의 결정적 제한 요소인 건축물에 미치는 하중 부담을 경감시킴과 동시에 식물 생육을 건전하게 유지할 수 있는 식재지반 조성은 옥상녹화 기술 연구의 주요한 목표가 된다(Boivin 등, 2001; Huh and Shim, 2001; Lee and Moon, 2000). 저토심·저관리형 옥상녹화 시스템은 식재층의 토심을 최소화하여 하중을 감소시킬 뿐만 아니라 관리 요구도가 낮고 적은 비용으로 넓은 면적에 녹화할 수 있으므로 옥상녹화에 따른 하중이 고려되지 않은 기존 건축물에 보다 용이하게 적용될 수 있지만(김인혜 등, 2003; 허와 문, 2000), 식물 생육에 상대적으로 불리한 조건이 될 수 있고 도입 식물의 범위도 제한적일 수밖에 없다. 그러나 인공지반내 식물종류별 재배특성, 토양환경 특성, 토양 깊이와 식재 밀도, 시비, 병충해 등 기초 연구가 미흡한 실정이다.

박준석 등(2010)은 순비기나무를 이용하여 저관리 옥상녹화의 식재기반 시스템을 조사한 결과 토심이 7cm인 경우 물관리가 요구되는 반면 25cm 식재깊이에서 생육이 양호하다고 하였다. 허근영 등(2003)은 저토심 옥상녹화시스템에서 돌나물의 생육에 대한 인공배지 종류, 토심 그리고 배수형태의 효과를 규명하였으며, 저토심 옥상녹화시스템은 10cm 혼용처리구가 적합하다고 하였다. 강규이와 이은희(2005)는 옥상조경시 토심의 경우 6~7cm정도의 최소 토심만 있으면 식물이 생육할 수 있을 것으로 보고하였다. 한편, 이은희 등(2007)은 저토심·저관리형에 자생초화류인 난쟁이조릿대, 꼬리풀 등을 포함한 총 60종을 제안하였으며 선정된 식물종들은 옥상에 식재할 경우 토심은 하중과 비용 절감 등을 고려

할 때 10cm가 가장 적절한 것으로 제시하였다.

그러므로 본 연구에서는 텃밭용 작물을 활용한 먹거리 생산으로 수확의 기쁨을 제공하고 동시에 옥상의 녹화를 꾀하기 위한 기초연구로서 인공지반내 토양 깊이와 식재밀도가 옥상텃밭용 채소류의 생육에 미치는 영향을 조사하고자 실시되었다.

II. 재료 및 방법

1. 공시재료

본 연구의 공시재료는 적상추, 쪽갓, 딸기를 이용하였으며, 3 inch pot에 식재된 1년생 유묘를 종묘업체에서 구매하여 2010년 4월 16일 부터 2010년 10월까지 성균관대학교 3층 건물 옥상에서 실시되었다.

2. 실험방법

옥상채소의 종류와 식재밀도 그리고 식재깊이 등 총 3처리가 실시되었으며, 각 처리당 3 반복씩 실시되었다. 채소의 종류는 상추, 쪽갓, 딸기가 사용되었으며, 식재깊이는 50×50×10cm와 50×50×20cm planting box를 각각 사용하였다. 상추와 쪽갓은 16주/m²와 64주/m²의 두 종류의 밀도로 식재하였으며, 딸기는 묘의 크기를 고려하여 16주/m²와 36주/m²로 식재하였다.

본 실험에 사용된 토양은 옥상녹화용 인공토양으로 Eco-soil(에코엔바이오(주))을 이용하였으며, 기존 pot에 들어 있는 토양을 제거한 후 식물을 식재하였다. 식물을 식재한 후 뿌리가 노출되지 않도록 흙을 잘 덮어 준 뒤 관수를 충분히 하였다. 옥상위의 식물체 재배법은 일반 채소류 재배법과 유사하게 하였으며 상추의 경우 1주일마다 성숙된 잎을 수확하였다. 쪽갓은 1주일마다 새로운 측지를 발생하기 위해 적심을 실시하였으며, 각 식물마다 관수는 매주 2회씩 실시하였다. 조사항목은 생육특성으로 초장(cm), 초폭(cm), 생육기간 등을 조사하였고, 잎의 특성으로는 엽

폭(cm)(A), 엽신장(cm)(B), 엽형지수(A/B), 엽수(개)를 조사하였고, Hunter colorimeter를 이용하여 엽색(L, a, b)을 조사하였다. 또한 딸기의 경우 분지된 2차경의 수와 길이 등을 조사하였다.

토양 특성을 조사하기 위해 Moisture meter(W1 1000N)를 이용하여 토양 수분(%), 토양 EC(mS/cm), 토양 온도(°C)를 조사하였다. 최근 chlorophyll fluoremeter parameter를 이용하여 식물체 생장량을 측정하는 방법이 이용되고 있으며(Maxwell and Johnson, 2000) 본 연구에서도 광합성 효율을 조사하기 위한 방법으로 OS-30p chlorophyll fluoremeter를 이용하여 Fo(minimal fluorescence), Fm(maximal fluorescence), Fv/m(maximum yield of photosystem II) 등을 각각 조사하였다. 시험구 배치는 각 처리구별 난괴법 3반복으로 수행되었으며, 통계처리는 PC용 SAS(Statistical Analysis System) 9.0 프로그램을 이용하여 ANOVA 분석을 실시하였다(농촌진흥청, 2006). 처리구 평균간 유의성 검정은 5% 유의수준에서 LSD(Least significance difference) 검정과 DMRT(Duncan's Multiple Range Test) 5% 수준에서 실시하였다

III. 결과 및 고찰

1. 토심 및 식재밀도가 상추의 생육에 미치는 영향
식재후 시기별 초장변화를 살펴본 결과 잎을 따지 않은 대조구에서 초장이 급격하게 성장한 반면, 잎을 정기적으로 따준 처리구에서는 공히 초장의 생장이 더딘 것으로 나타났다. 대조구에서는 6월 22일 추대후 개화가 시작되었으며 하엽이 고사되어 더 이상의 수확이 불가능하고 감상 가치 역시 떨어져 제거되었다. 식재후 시기별 초폭은 공히 6월 4일을 기점으로 감소하는 경향을 보였으며 식재깊이에는 큰 영향을 미치지 않는 반면 4 개 처리구에서 초폭이 넓은 것으로 나타나 식재 밀도에 영향을 받는 것으로 생각되었다(그림 1).

식재후 시기별 엽폭과 엽신장의 변화는 토양

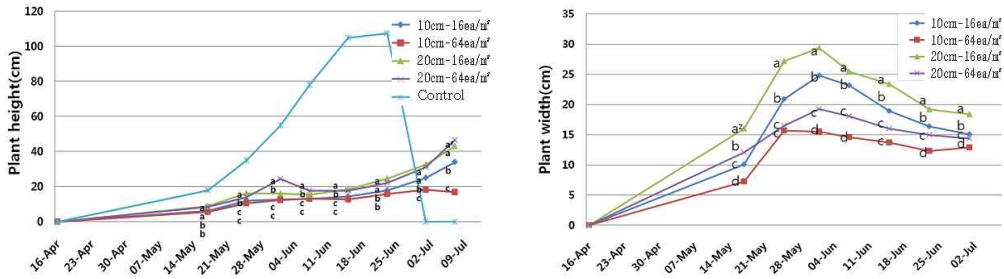


Figure 1. Plant growth according to soil depth and planting density in the *Lactuca sativa* L. ^Z : Mean separation within columns by Duncan's multiple range test, P=0.05.

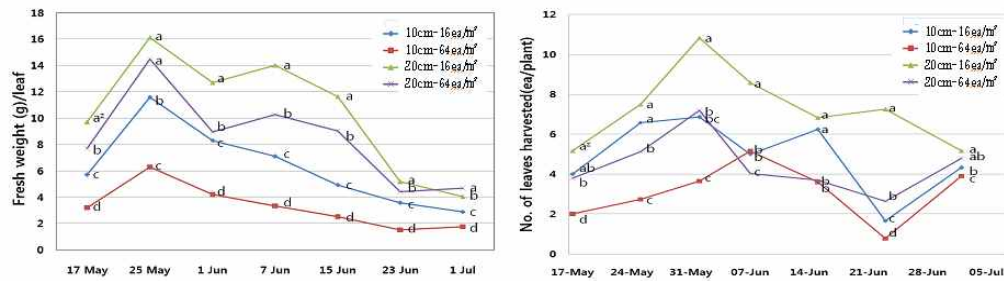


Figure 2. Fresh weight (g) and leaves (ea) harvested by leaf defoliation according to soil depth and planting density in the *Lactuca sativa* L. ^Z : Mean separation within columns by Duncan's multiple range test, P=0.05.

깊이에 따라 유의한 차이를 보였으며, 20cm 토양 깊이에서 엽폭이 큰 것으로 나타났으며 엽신장은 계속적으로 신장을 보였으나 6월 4일을 기준으로 잎의 길이가 줄어드는 것으로 나타났다. 잎의 길이 역시 20cm 처리구에서 가장 긴 것으로 나

타났다. 6월 2일까지는 계속 증가하는 경향을 보였으나 이후 감소하고 있으며 6월 22일경에는 수확된 양이 급격히 감소하였다. 또한 토양 깊이와는 상관없이 각각 4개씩 식재된 처리구에서 수확된 잎이 많은 것으로 나타났다(표 1).

Table 1. Leaf color (L, a, b) according to soil depth and planting density in the *Lactuca sativa* L.

Soil depth(cm)	Planting density (ea/m ²)	L(Lightness) : (0=black, 100=white)	a(red-green) : (+70=red, -70=green)	b(Yellow-blue) : (+80=yellow, -80=blue)
10	16	32.18 b	20.30 a	10.79 bc ^Z
	64	32.81 b	24.92 a	9.15 c
20	16	40.87 a	-1.43 b	23.71 a
	64	37.41 a	0.35 b	13.89 b

Significance

Soil depth(A)		* ^y	*	*
Planting density(B)		NS	NS	*
Interaction(A×B)		NS	NS	*

^Z : Mean separation within columns by Duncan's multiple range test, P=0.05.

^y : Significant at P<0.05, NS : nonsignificant.

식재후 완전히 전개된 상추의 잎을 수확하여 생체중과 수확된 잎 수를 측정된 결과 토양 깊이에 따른 유의한 차이를 보였으나 식재 밀도에 따른 유의한 차이는 보이지 않았다. 토양 깊이 20cm 처리구에서 식재밀도가 4개인 처리구에서 가장 무거운 것으로 나타나 생장이 양호한 것으로 판단되었다. 각 처리별 공히 5월 25일까지는 증가하다 이후 감소하는 경향을 보였다(그림 2).

토양 깊이 및 식재 밀도에 따른 상추 잎을 Hunter colorimeter로 조사한 결과(표 1) L, a, b에서 공히 토양 깊이에서 유의한 차이를 보였고, 적색과 녹색을 나타내는 a 값은 토양 깊이 10cm 처리구에서 훨씬 높게 나타나 붉은색을 띄는 것으로 나타났다. 노랑과 청색을 나타내는 b 값 역시 10cm 토양 깊이에서 낮은 값을 보여 청색이 강한 것을 알 수 있었다. 엽색의 밝기를 나타내는 L 값은 20cm 토양 깊이에서 더 밝은 것으로 나타났다. 그러나 식재 밀도에 따른 엽색은 처리별 유의성이 없어 차이가 없는 것으로 생각되었다. 토양수분이 과다하면 토양 중에 포함되어 있는 질소분이 흡수되어 단백질을 만들기 때문에 적색 발현을 하는 안토시아닌의 함량이 적게 되어 녹색을 띄게 된다. 또한 토양 수분이 부족하게 되면 불용성 탄수화물이 가용성 탄수화물로 변하여 안토시아닌의 합성이 촉진된다(농촌진흥청, 2006). 그러므로 본 연구에서도 토양수분함량이 적은 10cm 토양 깊이가 처리구에서 잎이 적색이 강한 것으로 나타났다.

토양내 수분 함량을 조사하기 위해 관수를 실시하고 1일과 4일 후 토양수분과 토양 EC, 토양 온도를 각각 조사한 결과(그림 3) 토양 수분함량은 토양 깊이에 따른 유의한 차이를 보였으며 토양 EC와 토양 온도는 식재밀도에 따른 유의한 차이를 보였다. 관수 후 하루가 지난 다음 토양 수분은 10cm 토양 깊이에서 더 높았으나 관수 4일후에는 토양 깊이 20cm 처리구에서 훨씬 높은 것으로 나타났다. 상추는 토양수분에 영향을 많이 받는 작물로서 토양수분이 많은 조건에서 생장이 양호하고 잎의 분화도 빨라지며, 잎의 길과 너비가 커지며 잎의 수가 많아져 수량도 증가한다(농촌진흥청, 2006). 그러므로 토양수분 함량이 높은 20cm 토양 깊이가 처리구가 상추 생장에 효과적으로 생각되었다.

토양내 수분 함량에 따른 광합성 효율을 조사

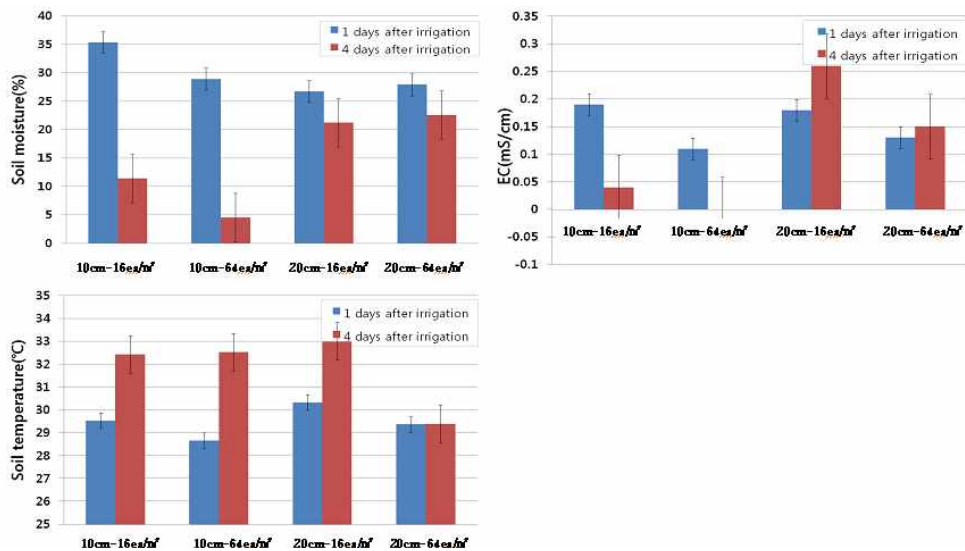


Figure 3. Soil characteristics according to Soil depth and Planting density in the *Lactuca sativa* L. The vertical bars are standard error of the mean.

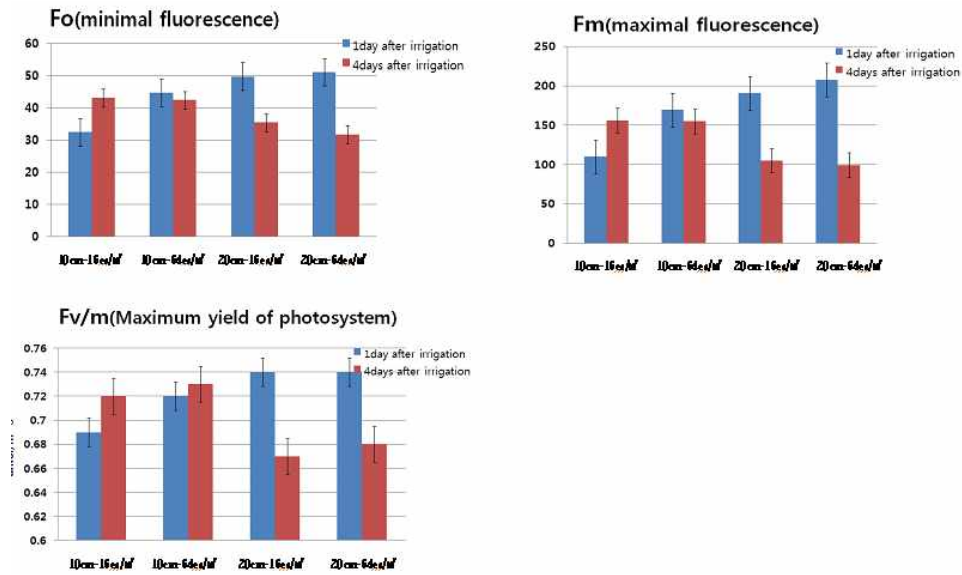


Figure 4. Chlorophyll fluorescence according to soil depth and planting density in the *Lactuca sativa* L. The vertical bars are standard error of the mean.

하기 위해 Fo, Fm, Fv/m를 조사한 결과(그림 4) 관수후 하루가 지난 시기에 초기광합성효율, 최대광합성 효율, 순광합성량 등이 건조시보다 약간 높은 것으로 나타났다. 토양 깊이에 따른 광합성 효율은 20cm 토양 깊이에서 10cm 처리구에 비해 약간 높았으나 큰 차이는 없었으며 토양이 건조할 경우 상추의 광합성 효율은 급격히 감소하

는 것으로 나타났다. 그러므로 상추의 경우 옥상 재배시 적절한 수분 관리가 요구되는 것으로 추정되었다. 엽록소 형광량 지수인 Fv/m은 최근 다양한 환경조건하에서 식물체의 광합성효율을 측정하는데 이용되고 있다. 특히 수분, 광, 온도, 토양 스트레스 등 식물체가 받게 되는 각종 스트레스 영향을 측정하는데 Fo, Fm, Fv/m 등이 이용되고

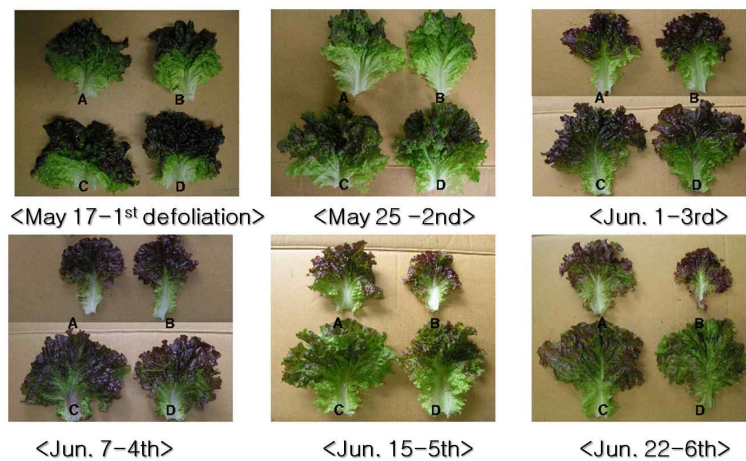


Figure 5. Leaf size by leaf defoliation according to soil depth and planting density in the *Lactuca sativa* L. (A : 10cm-16ea/m², B : 10cm-64ea/m², C : 20cm-16ea/m², D : 20cm-64ea/m²).

있으며(Ibaraki and Murakami, 2006; Maxwell and Johnson, 2000; Pliakoni 등, 2008;) 본 연구에서도 수분조건에 따른 광합성 효율을 측정하였다. 그러나 본 연구에서는 인공구조물인 옥상에서 채소들의 수분 스트레스를 조사한 결과 토양 깊이가 깊은 처리구에서 광합성 효율이 높은 것으로 나타났다.

그림 5는 토양 깊이와 식재 밀도에 따른 상추의 시기별 수확한 잎의 크기를 나타낸 것으로 20cm 토양 깊이 처리구에서 잎의 크기가 훨씬 큰 것을 알 수 있으며 식재 밀도에 따른 차이는 거의 없는 것으로 나타났다. 상추의 뿌리는 80%가 25cm 이내 표층에 주로 분포하지만, 땅속 깊이가 1.5m 까지 분포하고 옆으로 1m까지 확산 분포한다(농촌진흥청, 2006). 그러므로 본 연구에서도 토양 깊이가 25cm 처리구에서 생장이 좋은 것으로 나타나 기존 저관리 옥상녹화에서 권장

하는 10cm 토양 깊이보다는 20cm 이상이 좋은 것으로 생각되었다.

2. 토심 및 식재밀도가 썩갯의 생육현황에 미치는 영향

썩갯의 경우 식재 한 달 후부터 일주일 단위로 적심을 실시하였으며 적심을 하지 않은 대조구에서는 5월 21일 이후 급격한 성장을 보였으며 6월 7일부터 개화가 시작되었으며 초장의 변화가 둔화되고 감상가치가 떨어져 6월 25일 제거되었다(그림 6). 적심후 시기별 초장은 6월 7일 이후 약간 감소하는 경향을 보였으며 처리별 큰 차이를 보이지 않았으나 토양 깊이가 20cm 처리구에서 높은 초장을 보였다. 시기별 초폭의 변화는 매주 실시된 적심으로 인해 측지수가 증가되어 초폭이 커졌으며 20cm 토양 깊이에 4개씩 식재된 처리구에서 초폭이 큰 것으로 나타났으며, 초폭

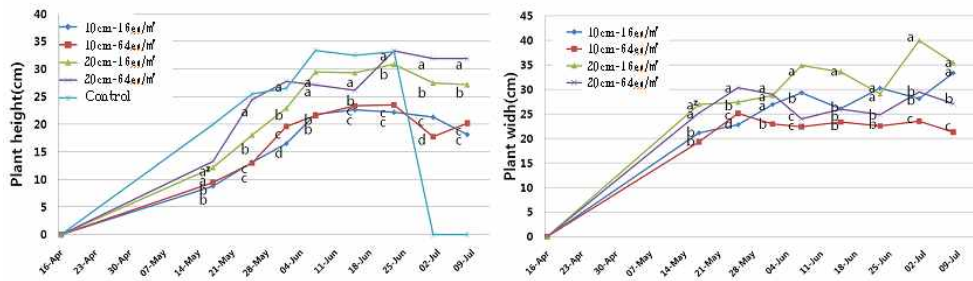


Figure 6. Growth characteristics by pinching according to soil depth and planting density in the *Chrysanthemum coronarium* L. ^Z: Mean separation within columns by Duncan's multiple range test, P=0.05.

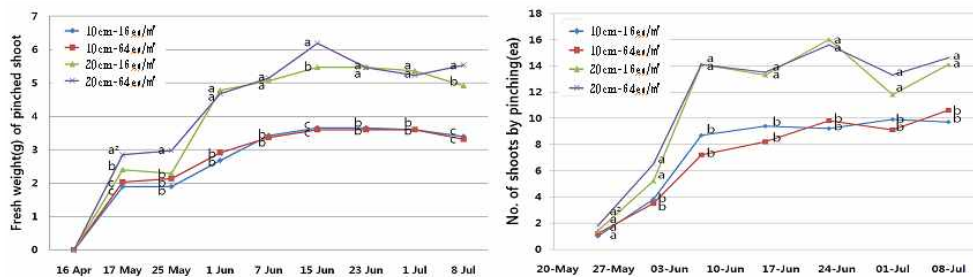


Figure 7. Fresh weight (g) and shoots (ea) collected by pinching according to soil depth and planting density in the *Chrysanthemum coronarium* L. ^Z: Mean separation within columns by Duncan's multiple range test, P=0.05.

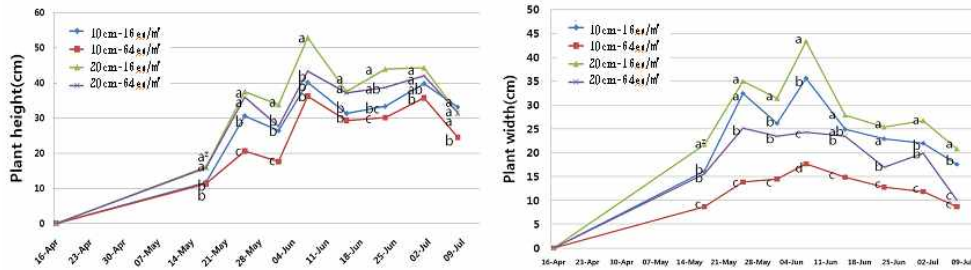


Figure 8. Plant height (left) and width (right) according to soil depth and planting density in the *Fragaria*×*ananassa* L. ^Z : Mean separation within columns by Duncan’s multiple range test, P=0.05.

역시 증가하다 6월 11일 이후 감소하는 경향을 보였다.

적심후 수확된 신초의 무게와 신초수는 토양 깊이에 따른 유의한 차이를 보였으며, 식재깊이 20cm 처리구에서 가장 많았으며 식재 밀도에 따른 차이는 없는 것으로 나타났다. 또한 적심으로 인한 측지발생은 6월 23일 이후 감소하는 경향을 보였으며 이후 감소하는 것으로 나타났다(그림 7).

박지혜 등(2010)의 저관리 옥상녹화 모듈에서 토심에 따른 생육결과, 토심 15cm보다는 25cm 실험구에서 엽장, 착엽수량, 엽록소 함량이 더 높게 나타나 빠른 피복률과 관상가치를 추구한다면 토심을 높이는 것이 바람직하다고 하여 본 연구 결과와도 유사한 결과를 보였다.

3. 토심 및 식재밀도가 딸기의 생육현황에 미치는 영향

딸기의 토양 깊이 및 식재밀도에 따른 초장(좌)과 초폭(우)을 조사한 결과(그림 8) 20cm 토양 깊이에서 초장이 컸으며 6월 7일을 기점으로 생장이 둔화되는 것을 알 수 있었다. 초폭은 꾸준한 증가를 보였으나 역시 6월 7일 이후 감소하였으며, 식재밀도에 따른 유의한 차이를 보였다. 식재밀도 4개 처리구에서 토양 깊이 20cm와 10cm 처리구 공히 가장 넓은 초폭을 보였다. 본 연구결과 딸기의 경우 토양 깊이 20cm처리구와 식재밀도 4개 처리구에서 가장 큰 초장과 넓은 초폭을 보여 녹화용으로 가장 적합한 것으로 생각되었다.

딸기의 잎과 포복경의 크기를 조사한 결과

Table 2. Characteristics of leaf and runner according to soil depth and planting density in the *Fragaria*×*ananassa*.

Soil depth(cm)	Planting density (ea/m ²)	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Length of petiole(cm)	Length of runner(cm)	No. of runner(ea)
10	16	15.5 ab	11.3 c	10.2 b	110.5 b	11.5 c ^z
	36	14.7 b	11.8 c	11.6 b	115.0 b	12.5 c
20	16	17.2 a	15.5 a	13.3 a	130.5 a	18.0 a
	36	16.4 a	13.0 b	13.2 a	135.0 a	15.7 b

Significance

Soil depth(A)		* ^y	*	*		*
Planting density(B)		NS	NS	*	NS	NS
Interaction(A×B)		NS	*	NS	NS	*

^Z : Mean separation within columns by Duncan’s multiple range test, P=0.05.

^y : Significant at P<0.05, NS : nonsignificant.

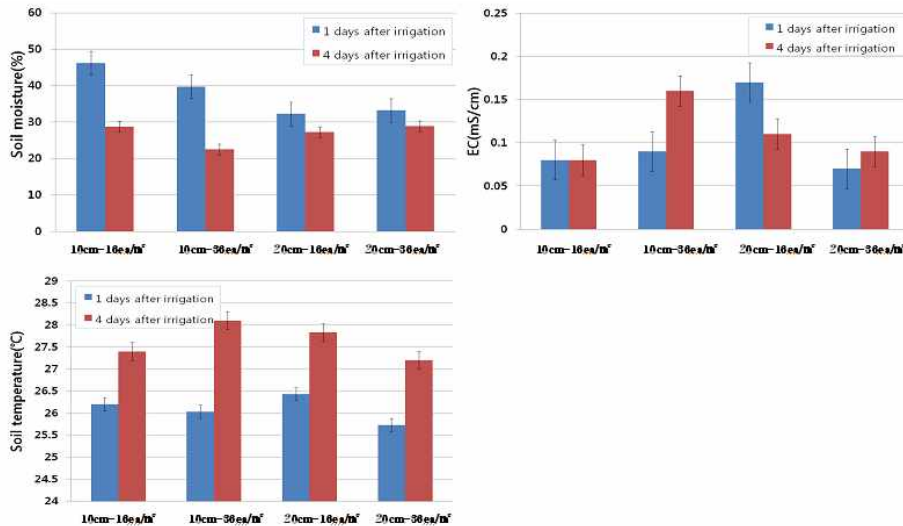


Figure 9. Soil characteristics according to soil depth and planting density in the *Fragaria × ananassa* L. The vertical bars are standard error of the mean.

20cm 토양 깊이에서 잎의 크기가 컸으며 포복경 역시 20cm 처리구에서 길이와 분지된 수 역시 높은 것으로 나타났다. 그러나 식재 밀도에 따른 잎의 크기와 포복경의 특성에는 큰 영향을 미치지 않는 것으로 생각되었다(표 2).

토양내 수분 함량을 조사하기 위해 관수를 실시하고 1일과 4일 후 토양수분과 토양 EC, 토양 온도를 각각 조사한 결과(그림 9) 토양 깊이와 식재밀도 공히 유의한 차이를 보이지 않았다. 관수 1일 후와 4일 후 조사한 결과 토양수분은 감소하고 토양 온도는 증가하였으나 토양 깊이에 따른 토양수분은 관수 1일 후의 경우 10cm 토양 깊이에서 더 높은 토양 수분함량을 보였으나 4일후에는 20cm 토양 깊이 처리구에서 약간 높은 수분함량을 보였다. 이는 상추와는 상이한 결과를 보였다.

박준석 등(2010)에 의하면 토심 15cm에서 토양수분장력변화의 경우 자연배합토에서는 변화의 폭이 높았으나 인공배합토는 안정된 변화양상을 보여주었으며, 토양용적수분함량은 토심 15cm가 토심 7cm보다 변화의 폭이 낮았으며, 인공배합토가 자연배합토보다 완만한 토양용적

수분함량변화를 보여주었다고 하였다. 또한 그들은 피트모스와 펄라이트함량이 높을수록 토양 수분함량의 변화가 완만한 감소세를 보여주어 인공배합토가 자연배합토보다 저관리 옥상녹화 시스템에 더 적합하다고 보고하였다. 향후 유지관리가 용이하고 적은 비용으로 넓은 면적에 걸친 조성이 가능하며, 건축물에 미치는 하중의 부담이 낮은 유형의 옥상녹화 시스템인 저토심·저관리형 옥상녹화 시스템이 도시 내 옥상녹화의 도입을 촉진시키게 될 것으로 예측된다고 볼 때 식물생육에 필수적인 토양수분에 대한 검토가 우선적으로 이루어져야 할 것이다(Emilsson and Rolf, 2005).

토양내 수분 함량에 따른 광합성 효율을 조사하기 위해 Fo, Fm, Fv/m를 조사한 결과(그림 10) 관수 후 하루가 지난 시기에 초기광합성효율, 최대광합성 효율, 순광합성량 등이 건조시보다 약간 높은 것으로 나타났다. 이러한 결과는 상추와는 약간 상이한 결과를 보였다. 그러나 토양 깊이에 따른 광합성 효율은 20cm 토양 깊이에서 약간 높았으나 큰 차이는 없었으며 식재 밀도에 따른 차이는 나타나지 않았다.

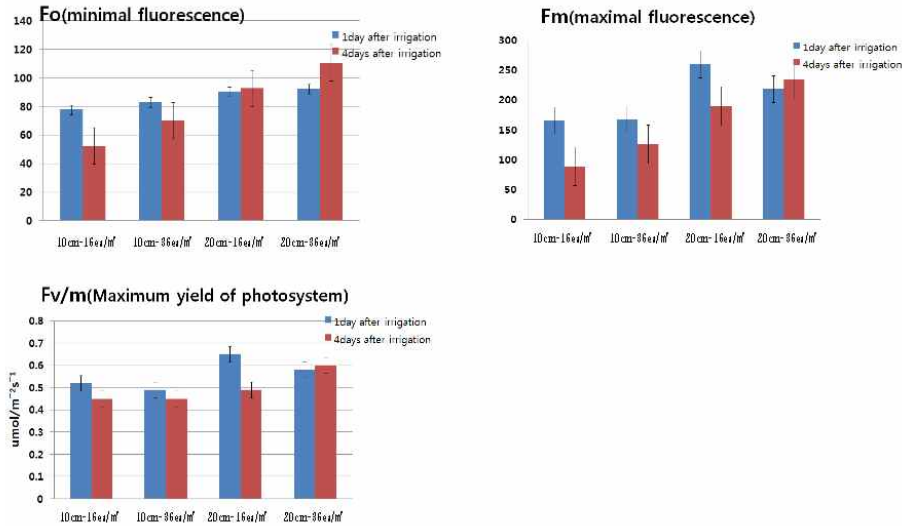


Figure 10. Chlorophyll fluorescence according to soil depth and planting density in the *Fragaria × ananassa* L. The vertical bars are standard error of the mean.

IV. 결 론

본 연구는 텃밭용 작물을 활용한 먹거리 생산으로 수확의 기쁨을 제공하고 동시에 옥상의 녹화를 꾀하기 위한 기초연구로서, 인공지반내 토양 깊이와 식재밀도가 옥상텃밭용 채소류의 생육에 미치는 영향을 조사하고자 하였으며 얻어진 결과는 다음과 같다.

옥상 텃밭용 채소들의 토양 깊이 및 밀도에 따른 시기별 성장 변화를 조사한 결과 초장, 생체중(g), 신초수, 광합성 효율(Fo, Fm, Fv/m) 등은 20cm 토양 깊이에서 유의한 차이를 보였으나, 식재 밀도에 따른 성장량에는 유의한 차이가 없었다. 그러나 딸기의 생장은 밀도가 낮을수록 초폭이 넓은 것으로 나타났다. 토양 깊이 및 식재 밀도에 따른 상추의 엽색을 Hunter Colorimeter로 측정한 결과 붉은색을 나타내는 a값은 10cm 처리구에서 높아 붉은색을 띄는 반면 20cm 처리구에서는 녹색이 강한 것으로 나타났다. 토양특성을 조사하기 위해 관수직후와 건조시 토양 수분과 EC, 토양 온도를 조사한 결과 상추의 10cm

처리구에서 변화가 큰 반면 20cm 처리구에서는 건조시에도 적습한 상태와 큰 변화를 보이지 않았다. 반면 딸기의 토양 깊이 및 밀도에 따른 토양 수분과 토양 EC, 토양 온도에는 각 처리별 유의성이 없었으며 건조시에도 큰 변화를 보이지 않았다. 잎을 따지 않은 상추는 급격하게 성장한 반면, 잎을 정기적으로 따준 처리구에서는 공허초장의 생장이 더딘 것으로 나타났다. 대조구에서는 6월 22일 추대후 개화가 시작되었으며 하엽이 고사되어 더 이상의 수확이 불가능하고 감상 가치 역시 떨어져 제거되었다. 적심을 실시하지 않은 쪽갓의 경우 6월 7일 개화가 유도되었으며, 6월 25일 관상가치가 떨어져 제거되었다. 딸기의 경우 초장이 낮고 2차경의 생장으로 피복율이 높았으며, 또한 생육기간이 10월 하순까지 지속되어 인공지반 녹화용으로 가장 적합한 것으로 생각되었다. 그러므로 옥상텃밭을 이용한 인공지반 녹화 시에는 토양 깊이는 20cm 정도가 적당하며 식재밀도는 각 처리 간 유의성을 보이지 않아 밀식재배가 가능하며, 64주/m²가 가능한 것으로 나타났다.

인용문헌

- 강규이 · 이은희. 2005. 관리조방적 옥상녹화에 적합한 자생초화류와 식재토양에 관한 연구. 한국환경복원녹화기술학회지 8(4) : 23-31.
- 김인혜 · 허근영 · 허무룡. 2003. 옥상녹화를 위한 *Sedum*속 식물의 내서성 평가. 원예과학기술지 21 별호(2) : 125.
- 농촌진흥청. 2006. 상추재배(표준영농교본). 농촌진흥청. 수원. 275p.
- 농촌진흥청 기술정보과. 2008. SAS 이용 통계분석. 농촌진흥청. 수원. 232p.
- 박준석 · 주진희 · 김원태 · 윤용한. 2010. 저관리 옥상녹화의 식재기반 시스템 차이에 따른 순비기나무의 활용성 평가. 한국환경복원녹화기술학회지 13(4) : 10-17.
- 박준석 · 박지혜 · 주진희 · 윤용한. 2010. 저토심 옥상녹화시스템에 따른 토양수분의 변화. 한국환경과학회지 19(7) : 843-848.
- 박지혜 · 주진희 · 윤용한. 2010. 저관리 옥상녹화 모듈에서 토심, 배합비의 차이가 토양의 특성 및 흰줄무늬사사의 생육에 미치는 영향. 한국환경과학회지 19(7) : 871-877.
- 양병이. 2004. 한국옥상녹화기술의 현황과 과제. 한국환경복원녹화기술학회지 7(4) : 1-7.
- 이은희 · 강규이 · 신상희 · 남미아 · 이광우. 2005. 옥상녹화용 식생매트에 적합한 토양과 토심 선정. 한국환경복원녹화기술학회지 8(4) : 12-22.
- 이은희 · 조은진 · 박민영 · 김동욱 · 장성완. 2007. 초화류를 중심으로 한 관리조방적 옥상녹화용 식물소재 선정. 한국환경복원녹화기술학회지 10(2) : 84-96.
- 정명일 · 정순진 · 유은하 · 김형득 · 김광진. 2009. 옥상텃밭에서 엽채류와 과채류의 비종별 시용효과 옥상텃밭에서 엽채류와 과채류의 비종별 시용효과. 원예과학기술지 27 별호(1) : 175-175.
- 정명일 · 김광진 · 유은하 · 정순진 · 한승원 · 이동우 · 송정섭. 2010. 옥상텃밭에서 손쉽게 기를 수 있는 과채류 선발 옥상텃밭에서 손쉽게 기를 수 있는 과채류 선발. 원예과학기술지 28별호(1) : 37-37.
- 정명일 · 김광진 · 유은하 · 정순진 · 한승원 · 이동우 · 송정섭. 2010. 옥상텃밭에서 손쉽게 기를 수 있는 엽채류 선발 옥상텃밭에서 손쉽게 기를 수 있는 엽채류 선발. 원예과학기술지 28별호(1) : 38-38.
- 허근영 · 김인혜 · 강호철. 2003. 저토심 옥상녹화시스템에서 돌나물의 생육에 대한 인공배지 종류, 토심, 그리고 배수 형태의 효과. 한국조경학회지 31(2) : 102-112.
- Boivin, M. A., M. P. Lamy, A. Gosselin and B. Dansereau. 2001. Effect of artificial substrate depth on freezing injury of six herbaceous perennials grown in a green roof system. Hort-Technology 11 : 409-411.
- Emilsson, T., and Rolf, K. 2005. Comparison of establishment methods for extensive green roofs in southern Sweden, Urban Forestry & Urban Greening, 3, 103-111.
- Huh, K. Y., and K. K. Shim. 2000. Characteristics of artificial soils used alone or in a blend with field soil for the greening of artificial ground. J. Kor. Inst. Landscape Arch. 28(2) : 28-38.
- Ibaraki Y., and J. Murakami. 2006. Distribution of chlorophyll fluorescence parameter Fv/Fm within individual plants under various stress conditions. ISHS Acta Horticulturae 761 : 281-283.
- Lee, E. Y., and S. K. Moon. 2000. Effects of drainage types of soil media on the plant growing in rooftop planting. J. Korean Env. Res. & Reveg. Tech. 3(4) : 11-21.

Maxwell, K., and G. N. Johnson. 2000. Chlorophyll fluorescence-A practical guide. *J. Exper. Bot.* 51 : 659-668.

Pliakoni, E., H. Kalorizou and G. D. Nanos.

2008. Peach leaf physiology and irrigation water and light availability. *Irrigation in Mediterranean Agriculture : challenges and innovation for the next decades* 84 : 61-67.